



# تجارب علمية مبسطة الجازبية الأرضية







دورلينغ كندريلي

مكتبة لسانت تاشيرون

نشر مكتبة لسانت تاشيرون

بالتعاون مع شركة دورلينغ كندريلي

حقوق الطبع © دورلينغ كندريلي ليمتد، لندن - الطبعة الإنكليزية

حقوق الطبع © مكتبة لسانت تاشيرون - الطبعة العربية

جميع الحقوق محفوظة : لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب أو تصويره أو تخزينه أو تسجيله بأي وسيلة دون موافقة خطية من الناشر.

مكتبة لسانت تاشيرون

صندوق البريد : ٩٢٣٢-١١

بيروت - لسانت

وكلاء وموزعون في جميع أنحاء العالم

الطبعة الأولى : ١٩٩٨

طبع في لسانت

رقم الكتاب : 01C193262

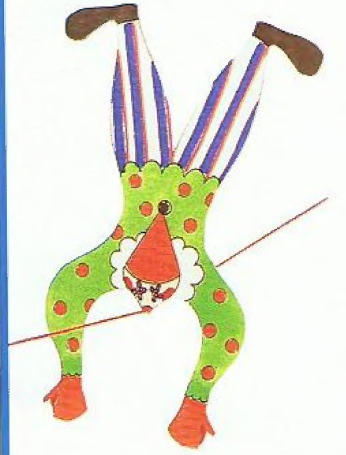
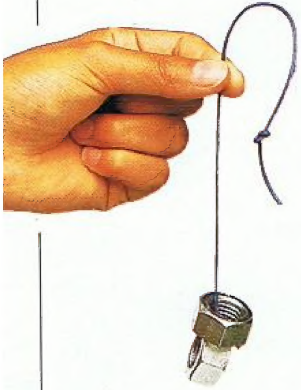
كتب الفراشة

سلسلة "تجارب علمية مبسطة" :

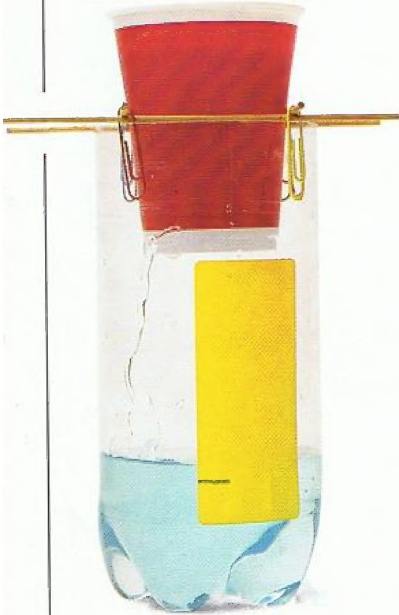
- |                |                       |
|----------------|-----------------------|
| ١ . المغنطيسية | ٩ . الحواس            |
| ٢ . المكائن    | ١٠ . الجاذبية الأرضية |
| ٣ . الطاقة     | ١١ . الماء            |
| ٤ . الضوء      | ١٢ . الحرارة          |
| ٥ . الكهرباء   | ١٣ . الألوان          |
| ٦ . الصوت      | ١٤ . الهواء           |
| ٧ . الطقس      | ١٥ . نمو النبات       |
| ٨ . الحركة     | ١٦ . الأرقام والأعداد |



# تجارب علمية مبسطة لجاذبية الأرضية



إعداد  
الدكتور البير مطلق

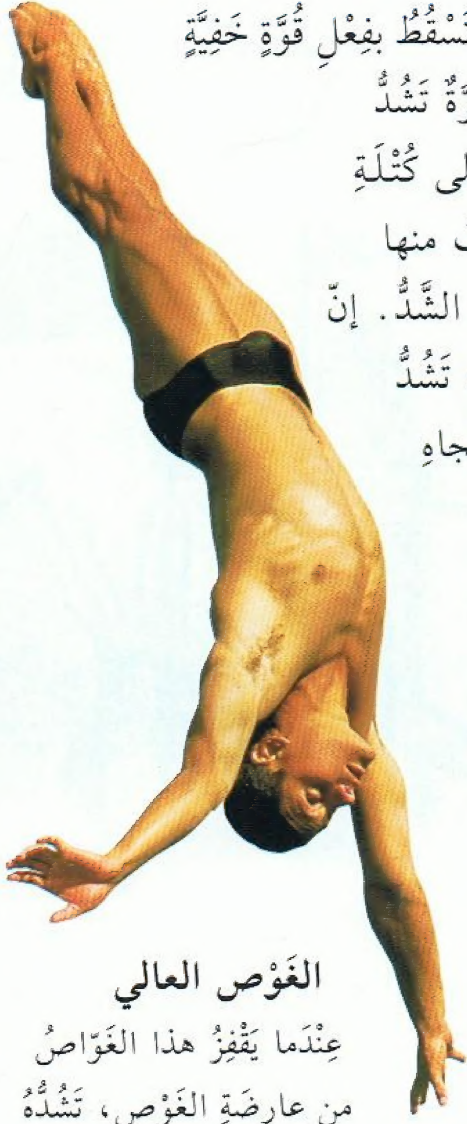


مكتبة لبنان ناشرون



## ما الجاذبيّة الأرضيّة ؟

عندما تَقْفُزُ عاليًا ، لِمَ تَعُودُ فَتَسْقُطُ ثانيةً؟ تَسْقُطُ بِفعلِ قُوَّةٍ خَفِيَّةٍ نُسَمِّيها الجاذبيّة الأرضيّة. الجاذبيّة قُوَّةٌ تَشُدُّ الأجسامَ إلى بَعْضِها ، وهي تَتَوَقَّفُ على كُتْلَةِ الجِسمِ ، أو كَمِّيَّةِ المادّةِ الَّتِي يَتَأَلَّفُ منها الجِسمُ. كُلِّما عَظُمَتِ الكُتْلَةُ عَظُمَ الشَّدُّ. إنَّ كُتْلَةَ الأرضِ مِنَ الضَّخَامَةِ بِحَيْثُ تَشُدُّ جاذبيّتها كُلَّ ما هو عليها في اتِّجاهِ سَطْحِها ، وَتُبْقِيهِ هناك.



### الغوص العالي

عندما يَقْفُزُ هذا الغوّاصُ من عارِضَةِ الغوّاصِ ، تَشُدُّهُ الجاذبيّة الأرضيّة في اتِّجاهِ البركةِ إلى الأسفلِ على نَحْوِ مُتَسارِعٍ.

### راقب وزنك

تَشُدُّكَ الجاذبيّة الأرضيّة إلى الأسفلِ بِمِقْدَارٍ مُعَيَّنٍ مِنَ القُوَّةِ. هذا المِقْدَارُ يُعَادِلُ وَزنَكَ ، وبإمكانِكَ أَنْ تَعْرِفَهُ بِالوُقُوفِ على ميزانٍ.



### عَمَلٌ غَيْرُ شاقٍّ

كُتْلَةُ القَمَرِ أَخَفُ من كُتْلَةِ الأرضِ ، لِذا فَإِنَّ جاذبيّته أضعفُ كَثِيرًا. لِرُؤَادِ الفضاءِ ، عندما يَكُونُونَ على سَطْحِ القَمَرِ ، سُدُسُ وَزْنِهِمْ على الأرضِ ، معَ العِلْمِ أَنَّ كُتْلَةَ أجسامِهِمْ لا تَتَغَيَّرُ. (وهذا يَجْعَلُ حَرَكَتَهُمْ خَفِيفَةً).





### عالق في الفضاء

الجاذبيَّة تُبقي الكواكب في  
مدارٍ حوْل الشَّمسِ،  
وتُبقي النُّجُومَ مُجْتَمِعَةً  
في مَجموعاتٍ هائلةٍ  
نُسمِّيها مَجرَّاتٍ.



### مُوازَنَةُ الكُرَةِ

بإمكان عِجْلِ البَحْرِ الأَسَدِيِّ  
أَنْ يُوازِنَ كُرَةً بِإبقاءِ أنْفِهِ  
تَحْتَ «مَرَكِّزِ جاذبيَّتها»، أو  
مَرَكِّزِ ثِقَلِها، وهو أيضًا  
نُقْطَةُ تَوازُنِها.



### الهُبُوط إلى الأرض

الپاراشوتُ (المِظَلَّةُ) يَهْبِطُ بِبُطءٍ  
بِفعلٍ مُقاوِمَةِ الهَوَاءِ الَّتِي تُعاكِسُ  
قُوَّةَ الجاذبيَّةِ الأرضيَّةِ.

### قُوَّةُ الجَذَبِ

لِكُلِّ شَيْءٍ جاذبيَّةٌ - حَتَّى الثَّقَاةُ تَجْذِبُ وَإِنْ  
بِقُوَّةٍ ضَعِيفَةٍ. لَمَّا كان شَدُّ الأرضِ أَعْظَمَ بِكَثِيرٍ  
تَسْقُطُ الثَّقَاةُ في اتِّجاهِ الأرضِ.



شَيْئًا في فَمِكَ أو عَيْنِكَ.  
عِنْدَمَا تَسْتَدْعِي التَّجَرِبَةَ أَنْ تُلَوِّحَ  
بشَيْءٍ أو تَقْذِفَ شَيْئًا في الهَوَاءِ،  
افْعَلْ ذَلِكَ في الهَوَاءِ الطَّلَقِ،  
بَعِيدًا عَنِ النَّاسِ.

كُنْ عالِمًا حَرِيصًا على السَّلَامَةِ  
إِتَّبِعِ التَّعْلِيمَاتِ كُلَّها وَكُنْ حَذِرًا  
دَائِمًا، خُصُوصًا عِنْدَ تَنَاوُلِكَ  
المِقْصَّاتِ أو غَيْرِها مِنْ  
الأَجْسامِ الحادَّةِ. إِيَّاكَ أَنْ تَضَعَ

⚠ هذه الإِشارةُ تَعْنِي  
كُنْ حَرِيصًا. عَلَيْكَ أَنْ  
تَسْأَلَ رَاشِدًا أَنْ يُعِينَكَ في  
هذه الخُطوةِ مِنَ التَّجَرِبَةِ.



# القوة الساقطة

هل يَسْقُطُ الجِسْمُ الثَّقِيلُ بِأَسْرَعَ مِمَّا يَسْقُطُ  
الجِسْمُ الخَفِيفُ؟ أَسْقِطْ كُرَّةً ثَقِيلَةً وَأُخْرَى  
خَفِيفَةً فِي وَقْتٍ وَاحِدٍ وَانْظُرْ أَيُّهُمَا يَصِلُ إِلَى  
الأَرْضِ أَوَّلًا. اسْتَكَشِفْ مَدَى القُوَّةِ الَّتِي  
تَشُدُّ بِهَا الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ كُلًّا مِنَ الكُرَتَيْنِ.



صينية معدنية



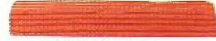
مِرْقاق



كُرَّةُ پلاستيكية خفيفة



كُرَّةُ فولاذية صغيرة



مَعْجُونُ تَشْكِيل

تَأَكَّدْ أَنَّ يَدَيْكَ عَلَى  
مُسْتَوًى وَاحِدٍ عِنْدَ  
إِسْقَاطِ الكُرَتَيْنِ.



١ زِنْ الكُرَتَيْنِ فِي يَدَيْكَ.  
تَشْعُرُ بِثِقَلِ الكُرَّةِ الفولاذية. ضَعْ  
الصينية عَلَى الأَرْضِ.



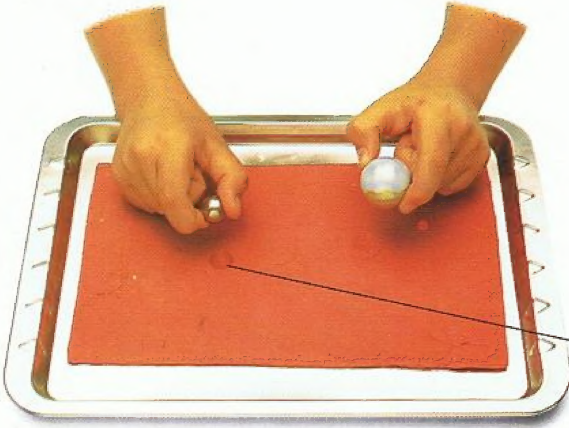
٣ رِقِّ شَيْئًا مِنْ مَعْجُونِ  
التَّشْكِيلِ.

قُوَّةُ الجاذِبِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ تَجْعَلُ كُلَّ  
شَيْءٍ يَسْقُطُ بِالسَّرْعَةِ نَفْسِيًّا، وَلَيْسَ  
يُوزَنُ الجِسْمُ مَفْعُولًا.



٢ اِمْسِكِ الكُرَتَيْنِ فَوْقَ  
الصينية. أَفْلِثُهُمَا مَعًا فِي  
اللَّحْظَةِ نَفْسِيًّا. أَنْصِتْ -  
سَتَسْمَعُهُمَا يُصَيَّانِ  
الصينية مَعًا.

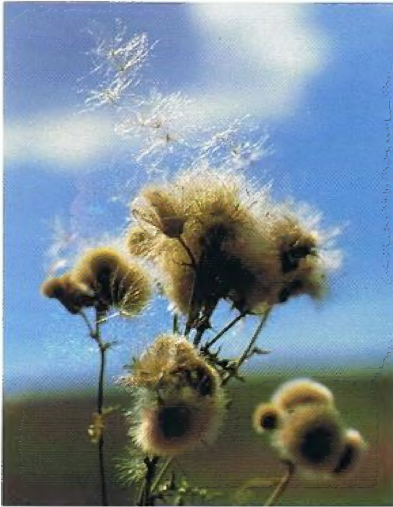
٤ ضَعْ مَعْجُونِ التَّشْكِيلِ عَلَى الصَّيْنَةِ. ثُمَّ اسْقِطِ الْكُرَتَيْنِ ثَانِيَةً بَحَيْثُ تَسْقُرَانِ عَلَى مَعْجُونِ التَّشْكِيلِ.



تَتَسَبَّبُ الْكُرَةُ  
الْفُولَانِيَّةُ بِنُقْرَةٍ  
أَعْمَقَ، لِأَنَّ الْجاذِبِيَّةَ  
الْأَرْضِيَّةَ تَشْدُهَا  
بِقُوَّةٍ أَكْثَرِ.

٥ اِرْفَعْ الْكُرَتَيْنِ بَأَنَاءٍ لِيَرَى أَيُّهُمَا تَسَبَّبَ بِنُقْرَةٍ أَعْمَقَ فِي مَعْجُونِ التَّشْكِيلِ.

الْجاذِبِيَّةُ الْأَرْضِيَّةُ تَشْدُ الْأَجْسَامَ  
الثَّقِيلَةَ بِقُوَّةٍ أَكْثَرِ مِمَّا تَشْدُ  
الْأَجْسَامَ الْخَفِيفَةَ. لَكِنَّ الْأَجْسَامَ  
الثَّقِيلَةَ تَحْتَاجُ إِلَى قُوَّةٍ أَكْثَرِ  
لِتَجْعَلَهَا تَتَحَرَّكُ. لِذَا تَسْقُطُ  
الْأَجْسَامُ كُلُّهَا بِالسَّرْعَةِ نَفْسِهَا.



دَعْمُ الْهَوَاءِ

تَسْقُطُ الْأَجْسَامُ الْخَفِيفَةُ جِدًّا، كَبُدُورِ الْهِنْدِيَاءِ الْبَرِّيَّةِ هَذِهِ، بِيُطْءٍ أَوْ حَتَّى إِنَّهَا تَطْفُو فِي الْهَوَاءِ. إِنَّهَا مِنَ الْخِفَّةِ بَحَيْثُ يَحْمِلُهَا الْهَوَاءُ، مُعَاكِسًا بِذَلِكَ عَمَلَ قُوَّةِ الْجاذِبِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ.



# أَصِبِ الْهَدَفَ



غِطَاءُ عُلْبَةِ كُرْتُون



كُرَاتٌ مُخْتَلِفَةُ الْأَحْجَامِ

ما نحتاج إليه :



وِعَاءٌ پِلَاسْتِيكِي



مِقَصَّصٌ



شَرِيطٌ لاصِقٌ



شَقَّةٌ مِنَ الْوَرَقِ الْمُقَوَّى

أَفْلَيْتَ بِضَعِ كُرَاتٍ ثَقِيلَةٍ وَخَفِيفَةٍ  
مِنْ أَعْلَى مِقْدَفٍ وَحَاوِلْ أَنْ  
تَحْزِرَ الْمَوْضِعَ الدَّقِيقَ الَّذِي  
سَتَحُطُّ عِنْدَهُ. كَمْ تُقَدِّرُ عَدَدَ  
الْكُرَاتِ الَّتِي سَتَحُطُّ فِي مَكَانٍ  
وَاحِدٍ؟

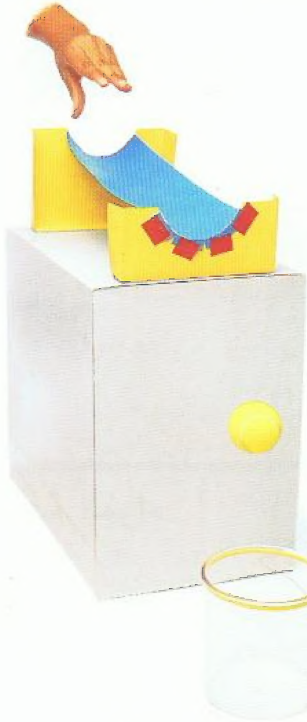


اجْعَلْ أَحَدَ الْقِسْمَيْنِ  
أَكْبَرَ مِنَ الْآخَرِ.

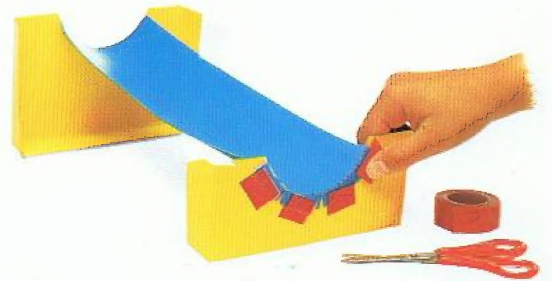


٢ قُصَّ أَهْدَابًا عَرِيضَةً فِي طَرَفَيْ شَقَّةِ  
الْوَرَقِ الْمُقَوَّى.

١ قُصَّ الْغِطَاءَ إِلَى قِسْمَيْنِ.  
ثُمَّ قَوِّزْ فِي كُلِّ قِسْمٍ نِصْفَ  
دَائِرَةٍ.



٤ اِرْفَعْ الْمِقْدَفَ  
عَلَى حَامِلٍ. أَفْلَيْتَ  
كُرَّةً مِنْ أَعْلَى الْمِقْدَفِ.  
ضَعِ الْوِعَاءَ فِي مَوْضِعٍ  
وُقُوعِ الْكُرَاتِ.



٣ اِظْهَرِ الْأَهْدَابَ إِلَى الْوَرَاءِ وَأَلصِقْهَا  
إِلَى قِسْمِي الْغِطَاءِ لِعَمَلِ مِقْدَفٍ.



قُوَّةُ الجاذبيَّةِ  
الأرضيَّةِ تُشَدُّ  
كُلًّا مِنَ الكُرَاتِ  
نُزولًا في  
المِقْدَفِ.

تُتَابِعُ كُلُّ كُرَةٍ فِي  
سُقُوطِهَا التَّقَدُّمَ.

٥ أَفْلَتِ الكُرَاتِ مِنْ  
أَعْلَى المِقْدَفِ وَاحِدَةً  
وَاحِدَةً. كُلُّهَا تَقَعُ فِي  
الْوَعَاءِ، مَعَ أَنَّهَا مِنْ  
أَحْجَامٍ مُخْتَلِفَةٍ!

الكُرَاتُ كُلُّهَا تَتْرُكُ المِقْدَفَ  
بِالسُّرْعَةِ نَفْسِهَا. تَتْبَعُ المَمَرَّ  
نَفْسُهُ وَتَقَعُ فِي المَكَانِ عَيْنِهِ.

### تَزَلُّجُ فِي الهَوَاءِ

يَنْدَفِعُ الْمُتَزَلِّجُ القَفَّازُ نُزولًا فِي مِقْدَفٍ شَدِيدِ الانْحِدَارِ قَبْلَ أَنْ  
يَقْفِزَ فِي الهَوَاءِ. وَهُوَ، مَشْدُودًا بِالجاذبيَّةِ الأرضيَّةِ، يَتْرُكُ  
المِقْدَفَ بِسُرْعَةٍ هَائِلَةٍ، وَيُتَابِعُ انْطِلَاقَهُ عَبْرَ الهَوَاءِ، إِلَى أَنْ يَحُطَّ  
عَلَى الأَرْضِ قَاطِعًا مَسَافَةً طَوِيلَةً.





# سباق المنحدرات

أطلق سياراً في طريق منحدر من ارتفاعات مختلفة وانظر السرعة التي تنطلق بها والمسافة التي تقطعها! الجاذبية الأرضية تجعل الأجسام تزداد سرعة كلما كان انحدارها أطول.

ما تحتاج إليه:



علبة كرتون ذات غطاء



مقص



سيارة لعبة

ليكن الشق بنصف

عرض الغطاء.



قص الزنة لتبسط الغطاء.

كل شق ينبغي أن يصل إلى منتصف المسافة.



١ قص معظم أحد الطرفين وأحد جانبي العلبة الكرتونية. قص ثلاثة شقوق في الطرف الآخر.

٢ قص الغطاء بعرض جانب العلبة. قص شقاً في أحد جانبي الغطاء قرب الطرف. هذا هو منحدرك.

الجاذبية الأرضية تشد السيارة نزولاً في المنحدر. تكتسب السيارة سرعة وتقطع مسافة قصيرة.



٣ ركز المنحدر في شق العلبة السفلي. ثم أطلق السيارة من أعلاه.





٤ رَكِّزِ الْمُنْحَدَرَ فِي الشَّقِّ الْأَوْسَطِ  
وَأَطْلِقِ السَّيَّارَةَ مُجَدِّدًا. هَذِهِ الْمَرَّةَ  
تَنْطَلِقُ بِسُرْعَةٍ أَكْبَرَ وَتَقْطَعُ مَسَافَةً أَطْوَلَ.



الْمُنْحَدَرُ أَعْلَى، فَتَكْسِبُ  
السَّيَّارَةُ الْمَزِيدَ مِنَ السَّرْعَةِ.



٥ رَكِّزِ السَّيَّارَةَ فِي الشَّقِّ  
الْأَعْلَى. الْآنَ تَنْطَلِقُ نَزُولًا  
فِي الْمُنْحَدَرِ بِسُرْعَةٍ أَكْبَرَ  
مِمَّا سَبَقَ وَتَقْطَعُ مَسَافَةً  
أَطْوَلَ.



الْجاذِبِيَّةُ الْأَرْضِيَّةُ تَشْدُ السَّيَّارَةَ لِتَصِلَ  
بِهَا إِلَى أَقْصَى سُرْعَتِهَا عِنْدَمَا تُطْلَقُ مِنْ  
الْإِرْتِفَاعِ الْأَعْلَى.



تَمَسِّكْ جَيِّدًا!

عَرَبَاتُ الْأَلْعَابِ فِي مَدِينَةِ الْمَلَاهِي لَا مُحَرَّكَاتَ لَهَا - الْجاذِبِيَّةُ الْأَرْضِيَّةُ وَخِذَهَا  
تُرَوِّدُهَا بِالْقُدْرَةِ الَّتِي تَحْتَاجُ إِلَيْهَا لِانْطِلَاقِهَا فِي مَسَالِكِهَا. تَبْدَأُ الرُّكْبَةُ بِهُبُوطِ  
سَرِيعٍ فِي مُنْحَدَرٍ شَدِيدِ الْإِنْجِدَارِ. هَذَا يُعْطِي الْعَرَبَاتِ مَا يَكْفِي مِنَ السَّرْعَةِ  
لِتَرْتَفِعَ بَعْدَ ذَلِكَ إِلَى ذُرْوَةِ مُنْحَدَرٍ آخَرَ، وَهَكَذَا إِلَى أَنْ تَصِلَ إِلَى نِهَايَةِ مَسْلِكِهَا.



## تأرجح بسيط

أَرْجِحْ رَقَاصَ بَنْدُولٍ وَاَنْظُرْ كَيْفَ أَنْ كُلَّ نَوْسَةٍ (تَأَرْجِحِ) تَسْتَعْرِقُ الْوَقْتَ نَفْسَهُ. مَاذَا يَحْدُثُ لَوْ غَيَّرْتَ وَزْنَ الرَّقَاصِ وَطَوْلَهُ؟



٢ أَرْجِحِ الرَّقَاصَ. وَقْتُ كُلِّ نَوْسَةٍ ذَهَابًا وَإِيَابًا. أَفْلَتِ الرَّقَاصُ مِنْ عُلُوِّ أَبْعَدَ وَوَقْتُ ثَانِيَةٍ.

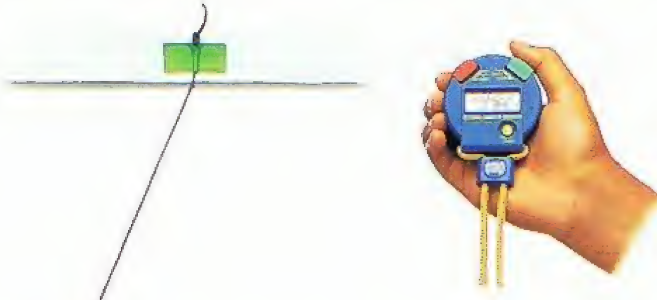
كُلُّ نَوْسَةٍ تَسْتَعْرِقُ الْوَقْتَ نَفْسَهُ، بِغَضِّ النَّظَرِ عَنْ مَوْضِعِ بَدْئِهَا.

الجاذبيَّةُ الْأَرْضِيَّةُ تَشُدُّ الرَّقَاصَ نَزُولًا إِذْ يَحْصِلُ إِلَى أَعْلَى نَوْسَتِهِ.

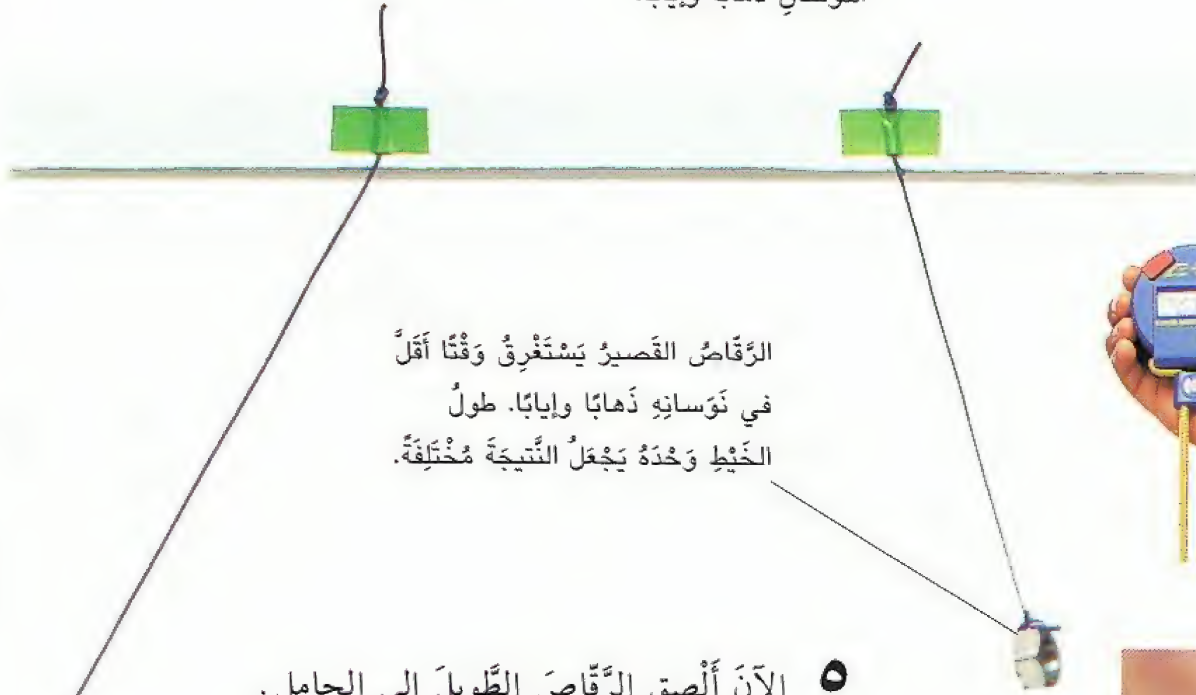
٣ ثَقِّلِ الرَّقَاصَ بِإِضَافَةِ حَزَقَةٍ أُخْرَى إِلَيْهِ.



## ٤ أَرْجِحِ الرَّقَاصَ الثَّقِيلَ، وَوَقِّتْ نَوَسَاتِهِ.



الرَّقَاصُ الثَّقِيلُ يَسْتَعْرِقُ الْوَقْتَ نَفْسَهُ  
الَّذِي يَسْتَعْرِقُهُ الرَّقَاصُ الْخَفِيفُ فِي  
النُّوسَانِ ذَهَابًا وَإِيَابًا.



الرَّقَاصُ الْقَصِيرُ يَسْتَعْرِقُ وَقْتًا أَقَلَّ  
فِي نَوَسَانِهِ ذَهَابًا وَإِيَابًا. طَوْلُ  
الْحَيْطِ وَحَدُّهُ يَجْعَلُ النَّتِيجَةَ مُخْتَلِفَةً.

٥ الْآنَ أَلْصِقِ الرَّقَاصَ الطَّوِيلَ إِلَى الْحَامِلِ.  
أَرْجِحِ الرَّقَاصِينَ فِي الْوَقْتِ نَفْسِهِ وَوَقِّتْ كُلًّا  
مِنْهُمَا. لَا حِظَّ كَيْفَ يَنُوسَانِ بِسُرْعَتَيْنِ مُخْتَلِفَتَيْنِ.



## سَاعَةُ الشَّيْخِ

السَّاعَةُ الْقَدِيمَةُ الطَّرَازِ، وَالَّتِي تُسَمَّى لَذَلِكَ سَاعَةَ الشَّيْخِ، تَحْتَوِي عَلَى رَقَاصٍ  
يَتَحَكَّمُ بِحَرَكَةِ الْعَقْرَبَيْنِ. هَذِهِ السَّاعَةُ تَضْبِطُ الْوَقْتَ لِأَنَّ نَوَسَاتِ الرَّقَاصِ ذَهَابًا  
وَإِيَابًا تَسْتَعْرِقُ الْوَقْتَ نَفْسَهُ تَمَامًا.

## ساعة مائية

هل تَعْلَمُ كَيْفَ تَقِيسُ الْوَقْتَ بِمَاءٍ  
سَاقِطٍ؟ إِنَّ سَاعَةً مَائِيَّةً بَسِيطَةً. هَذِهِ  
السَّاعَةُ تَعْمَلُ لِأَنَّ الْجاذِبِيَّةَ الْأَرْضِيَّةَ  
تَجْعَلُ الْمَاءَ يَسْقُطُ بِمُعَدَّلٍ ثَابِتٍ فِي  
خِلَالِ فِتْرَةٍ مِنَ الزَّمَنِ.



١ ⚠️ إسأل راشداً أنْ يَقْصَّ الْجُزْءَ الْعُلَوِيَّ مِنَ  
القارورة. ثُمَّ اْعْمَلْ بِأَحَدِ أَسْيَاخِ الْكَبابِ ثُقْبًا  
صَغِيرًا قُرْبَ قَاعِدَةِ الْكُوبِ.



٢ ثَبَّتْ أَسْيَاخَ  
الْكَبابِ الْأَرْبَعَةَ إِلَى  
القارورة بِمَشَابِكِ الْوَرَقِ عَلَى شَكْلِ  
مَحْمِلٍ، كَمَا هُوَ مُبَيَّنٌ.



٣ ضَعْ عَلَامَةً عَلَى الْبِطَاقَةِ  
وَأَلْصِقْهَا إِلَى جَانِبِ  
القارورة. صُبَّ مَاءٌ إِلَى  
مُسْتَوَى الْعَلَامَةِ عَلَى الْبِطَاقَةِ.



٤ ضَعِ الْكُوبَ فِي مَحْمِلِ أَسْيَاخِ  
الْكَبابِ. اِمْلَأِ الْكُوبَ بِالْمَاءِ. اِبْدَأِ  
التَّوْقِيتَ بِالسَّاعَةِ عِنْدَ بَدْءِكَ بِالصَّبِّ.



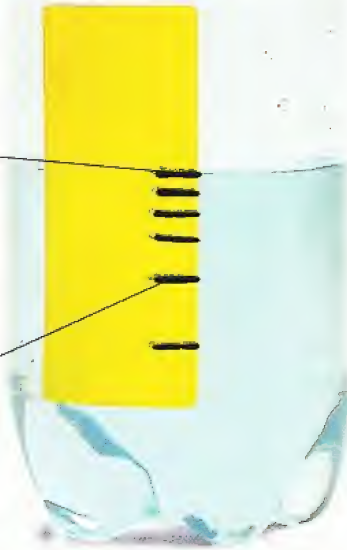
٥ عَلِّمُ مُسْتَوَى الْمَاءِ عَلَى  
الْبِطَاقَةِ كُلِّ دَقِيقَةٍ، إِلَى أَنْ يَفْرَغَ  
الْكُوبُ مِنَ الْمَاءِ تَمَامًا.

الْجاذِبِيَّةُ الْأَرْضِيَّةُ  
تَجْعَلُ الْمَاءَ يَسْقُطُ  
بِمُعْدَلٍ ثَابِتٍ فِي كُلِّ  
مَرَّةٍ نَسْتُخْدِمُ  
السَّاعَةَ.



سَاعَتُكَ الْمَائِيَّةُ تُرِي  
خَمْسَ دَقَائِقَ.

مُسْتَوَى الْمَاءِ عَلَى  
الْمِقْيَاسِ يُرِي الْوَقْتَ  
بِالدَّقَائِقِ.



٦ بِإِمْكَانِكَ الْآنَ اسْتِخْدَامُ سَاعَتِكَ الْمَائِيَّةِ.  
إِبْدَأْ بِمُسْتَوَى الْمَاءِ عِنْدَ الْعَلَامَةِ الْأُولَى. ثُمَّ اْمْلَأِ  
الْكُوبَ بِالْمَاءِ.

## رِمَالُ الْوَقْتِ

مُوقَّتَةُ الْبَيْضِ هَذِهِ تَقْيِسُ الْوَقْتَ الَّذِي تَسْتَعْرِفُهُ الْبَيْضَةُ لِتُغْلِي. إِنَّهَا تَحْتَوِي عَلَى كَمِيَّةٍ مِنَ  
الرَّمْلِ تَسْتَعْرِقُ فِي سُقُوطِهَا مِنَ الْحُجَيْرَةِ الْعُلْيَا إِلَى الْحُجَيْرَةِ السُّفْلَى وَقْتًا ثَابِتًا هُوَ  
ثَلَاثُ دَقَائِقَ. مَا عَلَيْكَ لِتَبْدَأَ الْمُوقَّتَةَ عَمَلَهَا إِلَّا أَنْ تَقْلِبَهَا رَأْسًا عَلَى عَقِبٍ.



# عَمَلُ تَوَازُنٍ

الجاذبيَّةُ الأرضيَّةُ تُشَدُّ الأجسامَ،  
على ما يبدو، من نُقْطَةٍ وَاحِدَةٍ  
فَقَطُّ، هي «مَرْكَزُ الجاذبيَّةِ»، أو  
مَرْكَزُ الثَّقَلِ. جِدْ هذا المَرْكَزَ لِتَوَازُنِ  
على إصْبَعِكَ شَكْلًا غَيْرَ مُنْتَظِمٍ.

ما نحتاج إليه:

قَلَمُ رِصَاصٍ

مَعْجُونُ تَشْكِيلٍ

خَيْطٌ

مِسْطَرَةٌ

مِقْصَصٌ

مِشْبَكُ وَرَقٍ

وَرَقَةٌ مُقَوَّاةٌ

شَرِيطٌ لاصِقٌ



١ فَصِّلْ مِنَ الْوَرَقَةِ الْمُقَوَّاةِ  
شَكْلًا غَيْرَ مُنْتَظِمٍ.



إِعْمَلِ الثَّقْبَيْنِ  
فَوْقَ خَصِيرَةٍ  
أَوْ لَوْحِ فُلِينِيٍّ.

٢ اسْتَخْدِمِ رَأْسَ قَلَمِ الرِّصَاصِ لِتَعْمَلَ ثَقْبًا  
قُرْبَ كُلِّ مِنْ حَافَتَيْنِ مُتَقَابِلَتَيْنِ مِنَ الشَّكْلِ.



٣ الْآنَ أَعِدْ خَيْطَ فَادِنٍ  
(شاقولٍ بَنَائِيٍّ). اِعْقِدْ  
حَلَقَةً فِي أَحَدِ طَرَفَيْ  
الْخَيْطِ وَثَبِّتْ كُتْلَةً مِنْ  
مَعْجُونِ التَّشْكِيلِ إِلَى  
الطَّرَفِ الْآخَرِ.



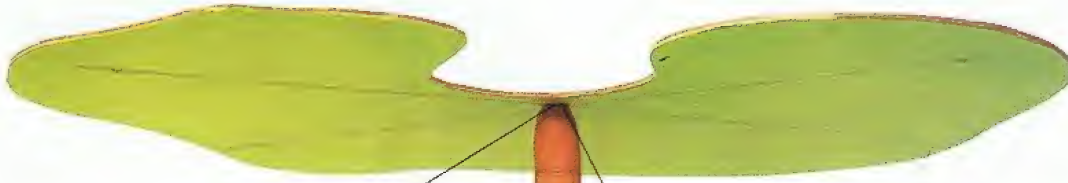
٤ افْتَحْ مِشْبَكَ  
الْوَرَقِ لِعَمَلِ  
خُطَافٍ. أَلْصِقْهُ إِلَى  
حَافَّةِ طَاوِلَةٍ. عَلِّقِ الشَّكْلَ  
ثُمَّ خَيْطِ الْفَادِنِ عَلَى  
الْخُطَافِ.



٥ عِنْدَمَا يَتَوَقَّفُ  
خَيْطُ الْفَادِنِ عَنِ  
التَّحَرُّكِ، ضَعِ  
عَلَامَةَ التَّقَاطُعِ حَيْثُ  
يَسْتَقِرُّ قُرْبَ حَافَةِ  
الشَّكْلِ.



٦ اِنزِعِ الشَّكْلَ عَنِ الْخُطَافِ وَارْسُمْ خَطًّا بَيْنَ  
عَلَامَةِ التَّقَاطُعِ وَالثَّقْبِ. عَلِّقِ الشَّكْلَ مِنَ الثَّقْبِ  
الْآخِرِ وَكِّرِّرِ الْخُطَوَاتِ ٤ إِلَى ٦.



الْجاذِبِيَّةُ الْأَرْضِيَّةُ  
تَشْدُ نَزُولًا بِشَكْلِ  
مُتَسَاوٍ عَلَى الْجَوَانِبِ  
كُلُّهَا حَوْلَ مَرْكَزِ  
الْجاذِبِيَّةِ، أَوْ مَرْكَزِ  
الثَّقَلِ، وَهَكَذَا يَتَوَازَنُ  
الشَّكْلُ.



النُّقْطَةُ الَّتِي يَتَقَاطَعُ  
عِنْدَهَا الْخَطَّانِ هِيَ  
مَرْكَزُ جاذِبِيَّةِ الشَّكْلِ  
أَوْ مَرْكَزُ ثِقَلِهِ.



على عَارِضَةِ الْجُمْبَازِ  
لَا عِبَةَ الْجُمْبَازِ هَذِهِ تَحْفَظُ  
تَوَازُنَهَا عَلَى عَارِضَةٍ ضَيِّقَةٍ  
بِأَنْ تُبْقِيَ مَرْكَزَ جاذِبِيَّتِهَا، أَوْ  
مَرْكَزَ ثِقَلِهَا، فَوْقَ تِلْكَ  
الْعَارِضَةِ.

٧ ضَعِ الشَّكْلَ عَلَى إِصْبَعِكَ عِنْدَ النُّقْطَةِ الَّتِي  
يَتَقَاطَعُ عِنْدَهَا الْخَطَّانِ، فَيَتَوَازَنُ.

## مُهْرَج نَبِيه



قارورتا ماء



وَرَقَة مُقَوَّاة

مِقْصَص



خَيْطُ مَضِيص

(دوبارة)

أَقْلَامُ تَلْوِين

ما تحتاج إليه :

حَزَقَتَانِ مَعْدِنَتَانِ

مَعْجُونُ تَشْكِيل

إِصْنَعْ مُهْرَجًا يَتَوَازَنُ  
بِالْمَقْلُوبِ عَلَى سِلْكٍ عَالٍ  
وَلَا يَقْعُ أَبَدًا! كُلُّ مَا عَلَيْكَ  
أَنْ تَفْعَلَ هُوَ أَنْ تَجْعَلَ مَرْكَزَ  
جَاذِبِيَّةِ الْمُهْرَجِ، أَوْ مَرْكَزَ  
ثِقَلِهِ، تَحْتَ السِّلْكِ.

١ ارْصُمْ عَلَى وَرَقَةِ مُقَوَّاةٍ شَكْلَ مُهْرَجٍ  
رَافِعًا يَدَيْهِ. لَوْنُهُ.



٢ فَصِّلِ الْمُهْرَجَ  
وَاغْمَلْ فِي أَنْفِهِ  
فُرْضَةً صَغِيرَةً.



٣ أَلْصِقْ شَيْءًا مِنْ مَعْجُونِ التَّشْكِيلِ  
حَزَقَةً مَعْدِنِيَّةً وَرَاءَ كُلِّ مِنْ يَدَيِ الْمُهْرَجِ.







٤ إغقِدِ الحَيْطَ إِلَى عُنُقِي  
القارورَتَيْنِ . باعِدْ بَيْنَ  
القارورَتَيْنِ لِيَكُونَ لَدَيْكَ  
سِلْكٌ عَالٍ .

٥ رَكِّزِ الْمُهَرَّجَ عَلَى الحَيْطِ بِحَيْثُ  
يَسْتَقِرُّ عَلَى فُرْصَةٍ أَنْفِهِ، فَيَتَوَازَنَ . إِدْفَعُهُ  
بِرَفْقٍ، فَيَتَأَرَّجَحَ إِلَى الأَمَامِ وَالوَرَاءِ،  
لَكِنَّهُ لَا يَقَعُ !



وُقُوفٌ ثَابِتٌ  
يَنْبَغِي أَنْ تَظَلَّ الكَامِيرَا التِّلْفِزِيوْنِيَّةُ  
ثَابِتَةً فِي مَوْضِعِهَا . تُوضَعُ عَلَى  
حَامِلٍ ذِي قَاعِدَةٍ ثَقِيلَةٍ، وَهَذَا  
يُعْطِيهَا مَرَكَزَ جاذِبِيَّةٍ، أَوْ مَرَكَزَ  
ثَقَلٍ، مُنْخَفِضًا، بِحَيْثُ لَا تَتَقَلَّبُ  
بِسُهُولَةٍ .

مُعْظَمُ وَرْدِ الْمُهَرَّجِ  
فِي الحَرَاقَتَيْنِ  
المَعْدُونِيَّتَيْنِ عِنْدَ  
طَرَفَيْ الدَّرَاعَيْنِ .



لَا يَقَعُ الْمُهَرَّجُ لِأَنَّهُ مَرَكَزُ  
جاذِبِيَّةٍ، أَوْ مَرَكَزُ ثَقَلٍ،  
وَالَّذِي يَكُونُ تَحْتَ الحَيْطِ،  
يَسُدُّهُ نُزُولًا إِلَى الحَيْطِ .



# التدحرج صعدًا

هل تَدَحْرُجُ العَجَلَةَ صُعدًا؟ تَدَحْرُجُ  
إذا غَيَّرْتَ مَرَكَزَ جاذِبَتِهَا، أو مَرَكَزَ  
ثِقَلِهَا، بحيثُ يَسْقُطُ المَرَكُزُ إِذْ تَرْتَفِعُ  
العَجَلَةُ.



تَأْكُذُ أَنَّ الكُلِّلَ، فِي أَغْلَى  
العَجَلَةِ، تُوَاجِهُ المُنْحَدَرَ.

مَرَكُزُ جاذِبَةٍ  
العَجَلَةِ، أو مَرَكُزُ  
ثِقَلِهَا، فِي الكُلِّلِ  
لأنَّهَا أَثْقَلُ  
الأجزاء فيها.

الجاذِبَةُ الأَرْضِيَّةُ  
تَشُدُّ الكُلِّلَ نِزولًا إِلَى  
أَحْفَظِ ما يُمَكِّنُ.



٣ اطْوِ الورقة المَقَوَّاة لِعَمَلِ  
مُنْحَدَرٍ. ضِعِ العَجَلَةَ عِنْدَ أَسْفَلِ  
المُنْحَدَرِ.

٤ أَفْلَيْتِ العَجَلَةَ،

فَتَدَحْرُجُ صَاعِدَةً المُنْحَدَرَ  
وَتَقِفُ عِنْدَ أَعْلَاهُ!

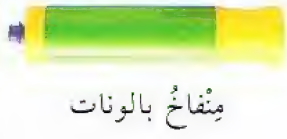
لَعِبْ لَا تَنْقَلِبْ

لهذه اللُّعْبَةُ المُتَمَايِلَةُ قَاعِدَةٌ ثَقِيلَةٌ. إِذَا قَلَبْتَهَا،  
يَجْعَلُهَا مَرَكُزَ جاذِبَتِهَا، أو مَرَكُزَ ثِقَلِهَا، المُنْخَفِضُ  
تَرْتَدُّ مُنْتَصِبَةً.





# طيار مضحك



منفخ بالونات



ماء

ما تحتاج إليه:



بالونان

امرّح مع بالونٍ تُحاولُ التّقاطُهُ لكنّه  
يأبى أن يطيرَ في خطٍّ مُستقيم! مرّكزُ  
جاذبيّةِ البالونِ، أو مرّكزُ ثقلِهِ، يتنقّلُ  
إذ يطيرُ في الهواءِ، ممّا يُؤدّي  
إلى تغيّرِ اتّجاهِ طيرانِهِ



٢ ادّخلِ البالونَ

المملوءَ ماءً في البالونِ  
الآخرِ، وانفخ هذا  
البالونَ واعقد عُقْه.

١ صبّ قليلاً من

الماء في أحدِ  
البالونين واعقد  
عُقْه.



مرّكزُ جاذبيّةِ البالونِ، أو  
مرّكزُ ثقلِهِ، في البالونِ  
المملوءِ ماءً.



البالونُ يتمايلُ لأنّ مرّكزَ  
جاذبيّتهِ، أو مرّكزَ ثقلِهِ،  
يتغيّرُ مع تحركِهِ.



٣ ارْمِ البالونَ إلى صديقٍ. يتمايلُ  
كثيراً، بحيثُ يصعبُ جدّاً التّقاطُهُ.

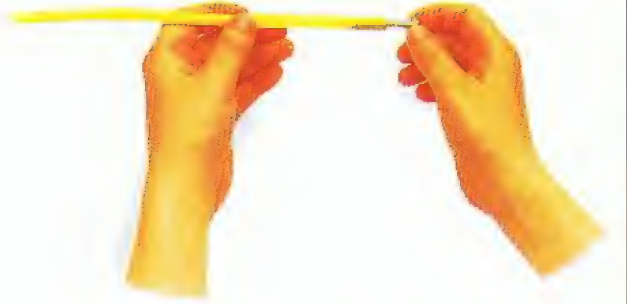


## ميزان حساس

ما تحتاج إليه :



إمسك في يدك شيئًا دقيقًا . قد تشعر  
أن لا وزن له ، لكن الجاذبية الأرضية  
تُعطي كل شيء وزنًا . اصنع ميزانًا  
حساسًا يكتشف أخف الأجسام .



١ أدخل شيئًا من مغجون التشكيل في الطرف  
الطويل من قشة الشرب . ثم ابرم البرغي في  
مغجون التشكيل .

٢ قص فُرصة في  
الطرف الآخر من  
قشة الشرب .



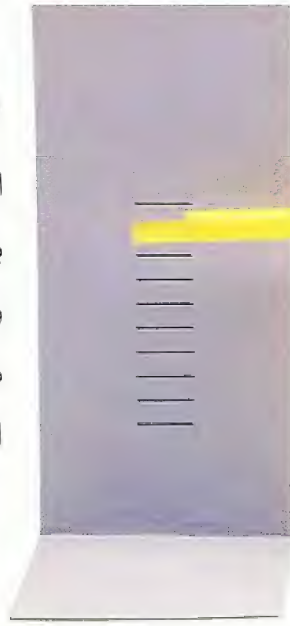
٣ ⚠️ اغرز الدبوس في قشة  
الشرب قرب البرغي .

٤ قص علبة الثقاب إلى  
نصفين لعمل حامل .





٥ أُرْسِمُ عَلَى شَقَّةِ  
الْوَرَقِ الْمُقَوَّى  
مِقْيَاسًا. ثُمَّ اثْنِ الشَّقَّةَ  
وَأَوْقِفْهَا وَرَاءَ الطَّرَفِ  
ذِي الْفُرْصَةِ مِنْ قَشَّةِ  
الشُّرْبِ.



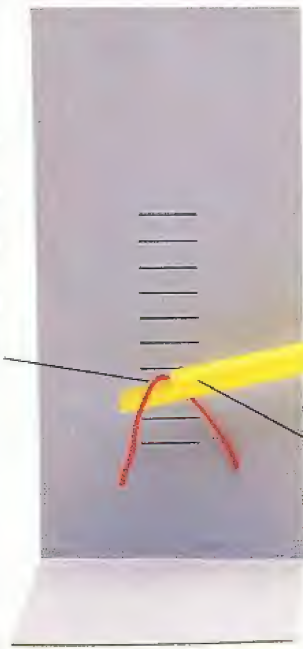
إِثْنِ طَرَفَ قَشَّةِ الشُّرْبِ، ثُمَّ  
ضَعْ الدَّبَّوسَ عَلَى الْحَامِلِ.

عَدِّلْ وَضَعْ البُرْغِي إِلَى أَنْ  
يُصْبِحَ طَرَفُ قَشَّةِ الشُّرْبِ  
عَلَى مُسْتَوَى أَعْلَى عِلَامَةٍ  
عَلَى الْمِقْيَاسِ.



٦ هَذَا هُوَ مِيزَانُكَ. ضَعْ خَيْطًا عَلَى طَرَفِهِ، وَانْظُرْ  
كَيْفَ تَمِيلُ قَشَّةُ الشُّرْبِ نَزُولًا عَلَى الْمِقْيَاسِ.

الْخَيْطُ يَجْعَلُ هَذَا  
الطَّرَفَ مِنَ الْمِيزَانِ  
أَثْقَلَ قَلِيلًا. الْجاذِبَةُ  
الْأَرْضِيَّةُ تَشْدُوهُ فَتَمِيلُ  
قَشَّةُ الشُّرْبِ.



وَرَنُ الْجِسْمِ هُوَ الْقُوَّةُ  
الَّتِي تَشْدُوها الْجاذِبَةُ  
الْأَرْضِيَّةُ.



## تَدْقِيقُ الْوَزْنِ

يَسْتَخْدِمُ الْعُلَمَاءُ مَكْنَاتٍ وَزْنَ حَسَّاسَةً لِقِيَاسِ مَوَادِّ كِيمَاوِيَّةٍ طَبِيعَةٍ بِالْغَةِ  
الصَّغِيرِ. هَذِهِ الْمَكْنَةُ الَّتِي تَرَاهَا فِي الصُّورَةِ هِيَ مِنَ الدَّقَّةِ بِحَيْثُ  
تَقْبَسُ وَزْنَ عَشْرَةَ بِأَلْفٍ مِنَ الْغَرَامِ.

## رافِعُ أَثْقَال

تَشُدُّ الْجاذِبِيَّةُ الْأَرْضِيَّةُ كُلَّ شَيْءٍ  
نُزُولًا، لَكِنَّ بَعْضَ الْقُوَى تَعْمَلُ  
عَكْسَهَا. اُنْظُرْ كَيْفَ يَدْفَعُ الْمَاءُ  
الْأَجْسَامَ وَيَجْعَلُهَا تَبْدُو أَخَفَّ  
وَزْنًا.

ما تحتاج إليه :



ضَعُ مَعْجُونِ تَشْكِيلٍ  
عَلَى الطَّرَفِ الْحَادِّ  
مِنَ الْإِبْرَةِ.

عَلَّقُ أَحَدَ الْمَرْطَبَيْنِ  
دَاخِلَ الْوِعَاءِ.

١ ضَعُ رِبَاطًا مَطَاطِيًّا قَصِيرًا حَوْلَ كُلِّ مِنَ  
الْمَرَطَبَاتَيْنِ . افْتَحْ مِشْبَكِي الْوَرَقِ بِحَيْثُ  
تُشَكِّلُ خُطَافَيْنِ تُعَلِّقُهُمَا عَلَى الرِّبَاطَيْنِ  
الْمَطَاطِيَّيْنِ .

٢ ضَعُ إِثْرَةَ الْحَبْكِ عَبْرَ قِمَّةِ  
الْوِعَاءِ. عَلَّقُ كِلَا الْمَرْطَبَيْنِ  
عَلَى الْإِبْرَةِ بِرِبَاطَيْنِ مَطَّاطَيْنِ  
طَوِيلَيْنِ.

كِلَا الْمَرْطَبَانَيْنِ  
يَكُونَانِ بِالْعُلُوِّ  
نَفْسِهِ لِأَنَّ لِهَـمَا  
الْوِزْنَ نَفْسَهُ.

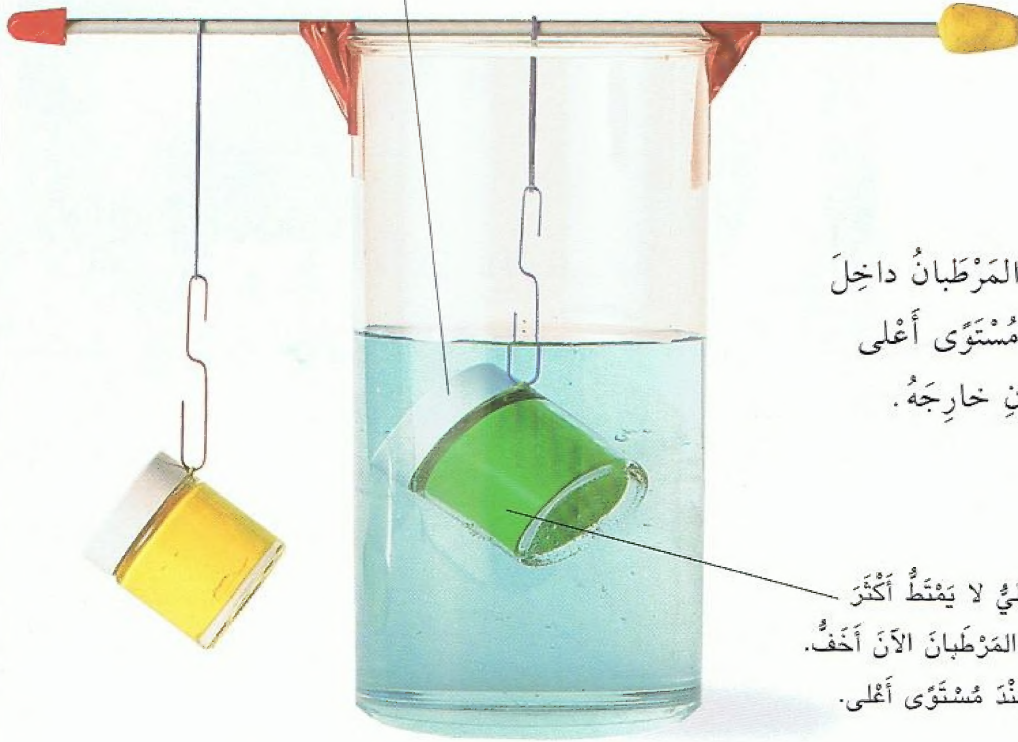
٣ أَلْصِقِ الْإِبْرَةَ إِلَى الْوِعَاءِ  
إِلْصَاقًا مُحْكَمًا .



٤ إمْلأ الوعاء بالماء.



الماء يَدْفَعُ المَرْتَبَانَ إِلَى أَعْلَى، مُقَاوِمًا  
شَدَّ الجاذِبِيَّةِ الأرضِيَّةِ إِلَى أَسْفَلٍ، مِمَّا  
يَجْعَلُ المَرْتَبَانَ أَخْفَ وَزْنًا.



٥ يَرْتَفِعُ المَرْتَبَانُ دَاخِلَ  
الوعاءِ إِلَى مُسْتَوَى أَعْلَى  
مِنَ المَرْتَبَانِ خَارِجَهُ.

الرِّبَاطُ المَطَّاطِيُّ لَا يَمْتَمُظُ أَكْثَرَ  
كَالسَّابِقِ لِأَنَّ المَرْتَبَانَ الْآنَ أَخْفَ.  
وَهَذَا يُوقِفُهُ عِنْدَ مُسْتَوَى أَعْلَى.



### أَخْشَابُ مُسَافِرَةٍ

يَصْعَبُ نَقْلُ هَذِهِ الْأَخْشَابِ فَوْقَ الْيَابِسَةِ. لَذَا تُنْقَلُ  
طَافِيَّةً عَلَى الْمَاءِ. الْمَاءُ يَعْمَلُ مُضَادًّا لِشَدِّ الْجاذِبِيَّةِ  
الْأَرْضِيَّةِ نُزُولًا، فَيَحْمِلُ الْأَخْشَابَ وَيَجْعَلُ نَقْلَهَا  
أَيْسَرَ.

# قارورة غريبة

هل بإمكانك أن تحفظ ماءً في قارورة مثقوبة القاع؟ انظر كيف يمنع الهواء سقوط الماء - فيبدو الماء وكأنه يتحدى الجاذبية الأرضية!



ماء



مِقَصّ



طاس

قارورة بلاستيكية بغطاء لؤلبي



١ ⚠️ اُنْقُبْ قَاعَ القارورة بمِقَصّ عِدَّة ثُقُوبٍ.

٢ أَوْقِفِ القارورة في الطاسِ واملأها بِسُرْعَةٍ بالماء. اَغْلِقْهَا حَالًا بِالْغِطَاءِ اللَّوْلَبِيِّ.



إِمْسِكِ القارورة من غِطَائِهَا وَلَا تَضْغُطْ جَوَانِبَهَا.



الهواء تحت القارورة يُدْفَعُ صُعْدًا فِي اتِّجَاهِ الثُّقُوبِ. وهو بذلك يُقَاوِمُ قُوَّةَ الجاذبية الأرضية وَيَمْنَعُ الماءَ مِنَ السَّقُوطِ.

٣ اِرْفَعْ القارورة. لا يَسِيلُ مِنَ الثُّقُوبِ ماءٌ!





### مُسْتَمْسِك ذِكِّي

لِصْفَدَعِ الشَّجَرِ بِطَانَاتٍ مَاصَّةٌ  
فِي أَطْرَافِ أَصَابِعِ يَدَيْهِ  
وَقَدَمَيْهِ تُسَاعِدُهُ فِي التَّعَلُّقِ بِمَا  
حَوْلَهُ. الْهَوَاءُ الَّذِي يَضْغُطُّ  
عَلَى الْبِطَانَاتِ يَسْنُدُ الصَّفَدَعَ  
إِذْ يُمْسِكُ بِأَوْرَاقِ الشَّجَرِ  
وَالْأَغْصَانِ.



٤ الْآنَ حُلِّ الْغِطَاءِ، فَيَسِيلُ  
الْمَاءُ مِنَ الْقَارُورَةِ.





## تجارب علمية مبسطة

### الجاذبية الأرضية

هل تعرف كيف توازن على إصبعك شكلاً  
غير منتظم، أو كيف تزن خيطاً؟

سلسلة جديدة من كتب الأنشطة تجعل من اكتساب  
العلم تسلية. كتب حافلة بمشروعات وتجارب  
مبسطة وآمنة يمكن إجراؤها في المدرسة أو في  
البيت. كل كتاب منها يتناول المبادئ الأساسية في  
موضوع من موضوعات العلوم. التجارب كلها سهلة تتبناها  
عبر تعليمات وصور توضيحية تنتقل مع التجربة خطوة خطوة.



01C193262

MY SCIENCE BOOK OF GRAVITY  
(ARABIC BUTTERFLY BOOKS)

مكتبة لبنات ناشرون